

Pemenuhan Strategi pada Penjadwalan Ruang Kuliah Mahasiswa Kelas Reguler menggunakan Algoritma Heuristik di Universitas Komputer Indonesia

N F Fauziah¹, Y H Putra²

¹² Program Studi Magister Sistem Informasi, Universitas Komputer Indonesia, Indonesia

Email : nfildafauziah@gmail.com

Abstrak. Penjadwalan adalah permasalahan yang dipengaruhi beberapa faktor, seperti ketersediaan dosen, waktu, matakuliah, ruangan. Salah satu permasalahan yang terjadi adalah setiap stakeholder yang terlibat dalam penjadwalan memiliki strategy atau kebutuhan masing masing yang harus dipenuhi. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan dan implementasi untuk penyusunan penjadwalan ruangan mahasiswa kelas reguler secara otomatis sekaligus memberikan keterbaruan yaitu dapat memenuhi kebutuhan dari setiap stakeholder yang terlibat dan memberikan nilai bisnis lebih berupa analisis ruangan kosong. Metoda yang digunakan adalah Heuristik yang berfungsi untuk membantu mempersingkat waktu dalam pencarian kombinasi-kombinasi yang harus dicocokkan terutama pada kasus yang memiliki data yang cukup banyak maka algoritma heuristik membantu dalam mengelompokkan bagian yang harus diprioritaskan agar persentase tingkat keterjadwalannya lebih baik. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dengan menggunakan platform Windows. Algoritma yang digunakan adalah penggabungan dari Algoritma Genetika dan Tabu Search dimana Algoritma Genetika berfungsi untuk mencari kombinasi jadwal dengan nilai fitness tertentu dan Tabu Search digunakan untuk mempertahankan nilai fitness tidak pernah turun. Sehingga dengan menggunakan Algoritma Genetika dan Tabu Search dapat dibuat sistem penjadwalan dengan nilai fitness yang tinggi dan jumlah iterasi yang sedikit. Telah dilakukan kegiatan berupa 2 kali pengujian, pertama dengan menguji pengaruh jumlah populasi dan generasi terhadap nilai fitness, pengujian kedua dengan menguji pengaruh jumlah strategy dari setiap stakeholder yang dijadikan constraint terhadap nilai fitness yang terlibat dimulai penyusunan jadwal dengan jumlah constraint yang sedikit yang dimasukkan kedalam penjadwalan kemudian meningkatkan jumlah constraint kedalam penjadwalan hingga semua constraint masuk kedalam penjadwalan. Hasil yang diperoleh adalah semakin banyak constraint yang harus dipenuhi maka semakin banyak jumlah iterasi yang dibutuhkan untuk mencapai nilai fitness terbaik. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah constraint yang dimasukkan kedalam penyusunan jadwal berpengaruh terhadap tingkat akurasi keterjadwalan.

Kata kunci : Penjadwalan, Heuristik, Algoritma Genetika, Tabu Search.

1. Latar Belakang Penelitian

Penjadwalan di universitas adalah hal mengatur ruangan ke waktu tertentu [1]. Penjadwalan yang ada secara umum masih manual, yang menimbulkan waktu yang lama [2]. Algoritma genetika adalah algoritma heuristik [3]. Pencarian tabu adalah pendekatan heuristik untuk mengeksplorasi solusi lokal secara optimal [4]. Metode pencarian tabu memberikan solusi yang sangat dekat secara optimal [5]. Penelitian menggunakan algoritma genetika dan pencarian tabu telah banyak dilakukan untuk mengoptimalkan penjadwalan seperti Alberto colorni melakukan penelitian menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah penjadwalan, algoritma genetika menghasilkan jadwal yang lebih baik tetapi dengan jumlah langkah-langkah yang lebih banyak [6]. Tanzila islam menggunakan pencarian tabu untuk penjadwalan universitas menghasilkan solusi penjadwalan yang lebih pendek [5]. Kemudian, dari masalah itu pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan penjadwalan yang dapat menjadwalkan waktu baik dan kurang dengan menggabungkan algoritma heuristik, yaitu algoritma genetika dan penelusuran tabu.

2. Metodologi Penelitian

Pada tahap penjadwalan yang dilakukan, pengujian akan menggunakan tiga jenis algoritma penjadwalan heuristik yaitu algoritma genetika, penelusuran tabu, dan menggabungkan algoritma genetika dengan tabu search.

2.1 Algoritma Genetika

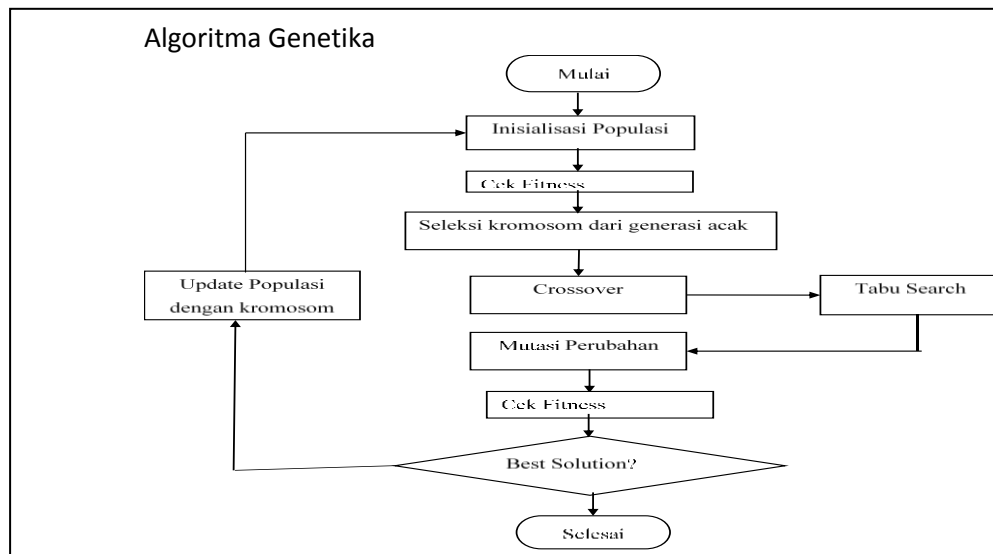
Algoritma genetika adalah pendekatan komputasi untuk memecahkan masalah yang dimodelkan sebagai proses evolusi biologi [7]. Algoritma genetika adalah metode pemecahan masalah berdasarkan abstraksi proses seleksi alam [8]. Algoritma genetika pada umumnya terdiri dari tiga operasi yaitu reproduksi, crossover, dan mutasi [11].

2.2 Algoritma Tabu Search

Algoritma pencarian Tabu [10,12] adalah solusi heuristik evolusi yang meningkatkan solusi tunggal. Ini dimulai dari solusi acak dan secara berurutan memindahkannya ke salah satu tetangganya [9].

2.3 Algoritma Genetika -Tabu Search

Untuk mendapatkan hasil optimal dalam penjadwalan, yaitu melengkapi setiap kekurangan yang ada pada masing-masing metode dengan cara saling melengkapi satu sama lain untuk mendapatkan penjadwalan terbaik dengan jumlah waktu yang sedikit maka diperlukan penggabungan kedua metode algoritma genetika dan tabu. pencarian. Dalam menggabungkan kedua metode ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Algoritma Genetika dan Tabu Search

Dalam algoritma genetika terdapat proses pengkodean untuk inisialisasi populasi awal, kemudian dilakukan proses evaluasi untuk mencari kecocokan dengan menentukan nilai fitnessnya, jika nilai fitness sudah sesuai maka akan menghasilkan solusi penjadwalan, namun apabila nilai fitness belum memenuhi maka akan melakukan proses berikutnya yaitu seleksi induk terbaik dilanjutkan dengan proses crossover dan mutasi. Apabila nilai fitness sudah memenuhi maka akan menghasilkan solusi penjadwalan namun apabila nilai fitness belum memenuhi pada proses maka akan dilanjutkan dengan proses tabu search dimana metode ini menggunakan tabu list untuk menyimpan sekumpulan solusi yang baru saja dievaluasi. Selama proses optimasi, pada setiap iterasi, solusi yang akan dievaluasi dicocokkan terlebih dahulu dengan isi tabu list untuk melihat apakah solusi tersebut sudah ada pada tabu list. Apabila solusi tersebut sudah ada pada tabu list, maka solusi tersebut tidak akan dievaluasi lagi pada iterasi berikutnya.

Tabu search memungkinkan sebuah solusi diterima kembali menjadi current solution apabila nilai pinalty keseluruhan jauh lebih kecil dari pada solusi sebelumnya menurut batasan batasan tertentu agar solusi yang sudah ada pada tabu list tidak diperiksa berulang-ulang. Tabu search digunakan untuk mempertahankan nilai fitness yang baik dengan jumlah iterasi yang sedikit.

3. Hasil dan Posisi Keterbaruan Penelitian

Dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan perkuliahan, peneliti sebelumnya sudah ada yang menggunakan penggabungan algoritma genetika dan tabu search. Pada penelitian Komang Setemen dan Mauridhi Hery Purnomo target yang ingin dicapainya hanyalah menghasilkan jadwal kuliah serta menguji coba bagaimana kinerja antara penggabungan algoritma genetika dan tabu search dengan bila dibandingkan dengan menggunakan algoritma genetika saja. Uji coba pada implementasi perangkat lunak yang dikembangkan pada penelitian tersebut adalah dengan menguji coba tiga kelompok data dengan jumlah matakuliah yang berbeda. Dari uji coba didapatkan hasil bahwa kombinasi algoritma genetika dan tabu search cenderung menghasilkan nilai fitness lebih baik dan jumlah iterasi yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan algoritma genetika saja.

Sedangkan keterbaruan pada penelitian ini yaitu, hasil yang ingin dicapai bukan hanya menghasilkan jadwal perkuliahan tetapi diupayakan dapat memberikan nilai bisnis lebih untuk pihak kampus seperti:

Diupayakan dapat memenuhi semua keinginan yang menjadi strategy dari setiap stakholder yang terlibat.

2. Diupayakan dapat memberikan analisis penggunaan ruangan yang kosong, sehingga dapat memberikan rekomendasi untuk kegiatan lain yang memerlukan ruangan. Dengan begitu diharapkan penggunaan ruangan menjadi lebih efektif.

Perbedaan lain penelitian yang sudah dilakukan dengan penelitian ini adalah pengujian yang akan diujicoba pada implementasi yang perangkat lunak yang dibangun adalah dengan menggunakan dua kali pengujian yaitu :

1. Menguji bagaimana pengaruh jumlah generasi dan populasi terhadap nilai fitness.
2. Menguji bagaimana pengaruh jumlah strategy yang harus dipenuhi menggunakan jumlah generasi dan populasi yang sama sesuai dengan jumlah generasi dan populasi terbaik saat pengujian pertama.

4. Pengujian Akurasi

Prosentase ketepatan / akurasi dari pengujian ini dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{\text{fitness kromosom}}{\text{panjang kromosom} \times \text{nilai max tiap gen}} \times 100\%$$

Akurasinya akan 100% jika nilai fitness yang didapatkan sudah bernilai 1 dari proses iterasi, jika nilai fitness sudah didapatkan 1 artinya tidak ada lagi jadwal yang melanggar constraintnya dan proses iterasi selesai.

Pengujian berdasarkan pengaruh jumlah populasi dan generasi

Tabel 1 Pengujian Berdasarkan Pengaruh Jumlah Populasi dan Generasi

Pengaruh Jumlah populasi dan generasi terhadap Nilai Fitness		
Jumlah populasi	Jumlah generasi	Nilai fitness yang diperoleh
10	50	0,26
20	70	0,29
40	90	0,40
80	110	0,51

Setelah melakukan pengujian berdasarkan pengaruh jumlah populasi dan generasi terhadap nilai fitness, maka jumlah populasi dan generasi yang menghasilkan nilai fitness terbaik akan

digunakan untuk kebutuhan pengujian selanjutnya yaitu pengujian berdasarkan pemenuhan strategy menggunakan jumlah populasi dan jumlah generasi terbaik yang telah diperoleh pada pengujian ini.

Pengujian berdasarkan pemenuhan strategy

Tabel 2 Pengujian berdasarkan pemenuhan strategy

Pengaruh Jumlah Strategy terhadap Nilai Fitness			
Jumlah populasi	Jumlah generasi	Jumlah strategy yang digunakan dalam penjadwalan	Nilai fitness yang diperoleh
X	Y	4	1
X	Y	8	1
X	Y	12	0.92
X	Y	18	0,87

Kemudian setelah semua strategy dijadikan constraint dan dimasukan kedalam penjadwalan maka akan diperoleh output dari hasil pengujian yang menunjukan strategy mana saja yang terpenuhi dan tidak terpenuhi atau harus dikorbankan. Seperti contoh berikut ini :

Tabel 3 Output hasil pengujian strategy

Output hasil pengujian pemenuhan strategy			
Nama Strategy	Bobot	Stakeholder asal	Status
A	1	Kaprodi	Terpenuhi
B	0,5	Dosen	Terpenuhi
C	0,5	Mahasiswa	Tidak terpenuhi
D	1	Rektorat	Terpenuhi
E	1	Dosen	Tidak terpenuhi

5. Perancangan Antarmuka

1. Perancangan input pemenuhan strategy

PENJADWALAN MATAKULIAH

BERANDA
DATA
JURUSAN
MATAKULIAH
KELAS
DOSEN
ALOKASI DOSEN
RUANG
ALOKASI RUANG
JAM
HARI
PREFERENSI DOSEN
PREFERENSI RUANG
STRATEGI STAKEHOLDER
HARD CONSTRAINT
STRATEGI REKTORAT
SOFT CONSTRAINT
STRATEGY KAPRODI
STRATEGI DOSEN
STRATEGI UNIKOM SENCER
STRATEGI MKDU
STRATEGI MAHASISWA
PROSES
PENJADWALAN
PEMENUHAN STRATEGI STAKEHOLDER

STRATEGI REKTORAT

STRATEGI REKTORAT

NAMA STRATEGI	BOBOT / SKALA PRIORITAS	STATUS	AKSI
Seorang dosen mengajar lebih dari satu pada hari dan jam yang sama	[drop down list] 1 0,75 0,5 0,25 0	[checkbox] Dijadikan constraint	<input type="checkbox"/> [edit] <input type="checkbox"/> [hapus]
Satu kelas mengikut perkuliahan lebih dari satu pada hari dan jam yang sama.	[drop down list] 1 0,75 0,5 0,25 0	[checkbox] Dijadikan constraint	<input type="checkbox"/> [edit] <input type="checkbox"/> [hapus]
Satu ruangan digunakan untuk perkuliahan lebih dari satu pada hari dan jam yang sama.	[drop down list] 1 0,75 0,5 0,25 0	[checkbox] Dijadikan constraint	<input type="checkbox"/> [edit] <input type="checkbox"/> [hapus]

Gambar 2 Perancangan input pemenuhan strategy

4. Perancangan output pemenuhan strategy

PENJADWALAN MATAKULIAH

BERANDA
DATA
JURUSAN
MATAKULIAH
KELAS
DOSEN
ALOKASI DOSEN
RUANG
ALOKASI RUANG
JAM
HARI
PREFERENSI DOSEN
PREFERENSI RUANG
STRATEGI STAKEHOLDER
HARD CONSTRAINT
STRATEGI REKTORAT
SOFT CONSTRAINT
STRATEGY KAPRODI
STRATEGI DOSEN
STRATEGI UNIKOM CENTER
STRATEGI MKDU
STRATEGI MAHASISWA
PROSES
PENJADWALAN
PEMENUHAN STRATEGI STAKEHOLDER

PEMENUHAN STRATEGI STAKEHOLDER

No	NAMA STRATEGI	STAKEHOLDER	STATUS	BOBOT
1	Satu kelas mengikut perkuliahan lebih dari satu pada hari dan jam yang sama.	REKTORAT	TERPENUHI	1
2	Dosen LB mengajar sore	DOSEN	TIDAK TERPENUHI	0,25
3	Kalo bisa rentang/jeda waktu seorang dosen mengajar tidak terlalu jauh agar bisa sekalian pulang jadi kalo bisa jadwalnya berdekatan	DOSEN	TIDAK TERPENUHI	0,25
4	Tidak boleh ada ruangan yang kosong	UNIKOM CENTER	TERPENUHI	0,5
5	Kaprodi tidak boleh mengajar dari jam 9-1	KAPRODI	TERPENUHI	1
TOTAL			2,5	3

HASIL ANALISIS :
STRATEGY TERPENUHI : 83,33 %
STRATEGY TIDAK TERPENUHI : 16,67 %

Gambar 3 Perancangan output pemenuhan strategy

6. Implementasi dan Hasil

1. Output penjadwalan

#	Semester	Kelas	Kode Matakuliah	Nama Matakuliah	Hari	Sesi	Jam	Jurusan	SKS	Dosen	Ruan
1	1	AP-1	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Senin	(6-8)	10.45-13.00	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R704
2	1	AP-2	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Senin	(11-13)	14.30-16.45	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R441
3	1	AP-3	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Selasa	(6-8)	10.45-13.00	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R250
4	1	AP-4	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Senin	(3-5)	08.30-10.45	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R603
5	1	AP-5	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Selasa	(9-11)	13.00-15.15	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R441
6	1	AP-6	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Senin	(4-6)	09.15-11.30	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R560
7	1	AP-G	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Selasa	(12-14)	15.15-17.30	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R560
8	1	AP-K	IS31202	Algoritma dan Pemrograman	Selasa	(8-10)	12.15-14.30	Sistem Informasi	3	Tono Hartono, S.Si,MT	R431
9	1	BI1-1	IS31207	Bahasa Inggris 1	Senin	(1-3)	07.00-08.30	Sistem Informasi	2	Erna Susilawati, S.S.,MM	R604

Gambar 4 Output Penjadwalan

2. Analisis Pemenuhan strategy

<div>MAIN NAVIGATION</div> <div><div>Dashboard</div><div>Jurusan</div><div>Ruang</div><div>Alokasi Ruang</div><div>Matakuliah</div><div>Kelas</div><div>Dosen</div><div>Alokasi Dosen</div><div>Preferensi Jadwal</div><div>Jam</div><div>Hari</div><div>Preferensi Dosen</div><div>Preferensi Dosen Matkul</div></div>	<div>DashboardReport Analisis StrategiStackholder</div> <div>Export to Excel</div>			
	Stakeholder	Strategi	Hasil	Bobot
	DOSEN	Dosen LB mengajar sore	TERPENUHI	0.25
	DOSEN	Memenuhi semua request dosen	TERPENUHI	1
	DOSEN	Dosen tidak boleh mengajar lebih dari 6 matkul berturut turut tanpa jeda dalam 1 hari (boleh mengajar lebih dari 6 matkul dalam 1 hari, tetapi apabila sudah mengajar 6 matkul berturut turut harus ada jeda, setelah itu boleh dilanjut kembali)	TERPENUHI	1
	DOSEN	Kalo bisa rentang/jeda waktu seorang dosen mengajar tidak terlalu jauh agar bisa sekalian pulang jadi kalo bisa jadinya berdekatan	TERPENUHI	0.25
	DOSEN	Dosen LB maksimal mengajar 12 sks dalam 1 minggu	TERPENUHI	1
	DOSEN	Dosen tetap mengajar minimal 12 sks dalam 1 minggu	TIDAK-TERPENUHI	1
	KAPRODI	Kaprodi tidak boleh mengajar dari jam 9-1	TERPENUHI	1
	MAHASISWA	Mahasiswa tingkat 2,3,4 dihari rabu s/d sabtu	TERPENUHI	1
	MAHASISWA	Mahasiswa baru kuliah dihari senin dan selasa	TERPENUHI	1
	MKDU	Semua batasan matakuliah dasar umum b.inggrismatematika pancasila Enterprise	TERPENUHI	1

Gambar 5 Analisis Pemenuhan Strategy

3. Analisis Ruangan Kosong

Ruang: LAB-4

#	Ruang	JAM	SKS	S	S	R	K	J	S
1	LAB-4	09.15-10.00	2	0	1	0	0	0	0
2	LAB-4	10.00-10.45	2	1	0	0	0	0	0
3	LAB-4	11.30-12.15	2	1	0	0	0	0	0
4	LAB-4	13.00-13.45	2	0	1	0	0	0	0
5	LAB-4	15.15-16.00	2	0	1	0	0	0	0
6	LAB-4	17.30-18.15	2	1	0	0	0	0	0
7	LAB-4	18.15-19.00	2	0	1	0	0	0	0

Gambar 6 Analisis Ruangan Kosong

4. Analisis Ruangan Kosong

Pukul	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
07:00						
07:45						
08:30						
09:15		LAB-PD-2 Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom				
10:00	LAB-PD-K Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom	LAB-PD-2 Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom				
10:45	LAB-PD-K Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom					
11:30	LAB-PD-4 Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom					
12:15	LAB-PD-4 Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom					
13:00		LAB-PD-3 Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom				
13:45		LAB-PD-3 Lab. Pemrograman Dasar Myma Dwi R. S Kom. M Kom				
14:30						

Gambar 7 Analisis Ruangan Kosong

7. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian penjadwalan matakuliah berdasarkan pemenuhan strategy menggunakan algoritma heuristik diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan karakteristik universitas tempat penelitian setiap stakeholder memiliki strategy yang menjadi penentu skala prioritas constraint.
- 2) Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa jumlah populasi dan generasi berpengaruh terhadap akurasi penjadwalan. Semakin banyak jumlah populasi dan generasi maka akan semakin tinggi tingkat akurasi keterjadwalan dikarenakan kemungkinan solusi terbaik yang akan diperoleh semakin banyak.
- 3) Jumlah populasi dan generasi harus dibatasi karena semakin banyak jumlah populasi dan generasi maka akan membutuhkan lebih banyak sumber daya waktu dan penyimpanan.
- 4) Jumlah constraint berpengaruh terhadap nilai fitness, semakin banyak strategy dari setiap stakeholder yang ingin dipenuhi maka semakin banyak kemungkinan constraint yang harus dikorbankan atau terlanggar.

2. Saran

Dari hasil penelitian penjadwalan kelas menggunakan metode heuristik dalam memenuhi strategy dari setiap stakeholder masih ada strategy yang dikorbankan untuk memenuhi strategy yang lainnya. Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu:

Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini belum dapat memenuhi semua strategy yang dari semua stakeholder.

Daftar Pustaka

- [1] E. Herjanto, Manajemen Operasi (Edisi 3). Grasindo, 2007..
- [2] "Rinaldi Teori P, NP, dan NP-Completeness - Penelusuran Google." [Online]. Available: <https://www.google.co.id/search?hl=id&q=Rinaldi+Teori+P,+NP,+dan+NP-Completeness>. [Accessed: 18-Jul-2018].
- [3] W. Fatmawati, I. Sukendar, and P. S. Suprobo, "PENJADWALAN KERJA DENGAN METODE ALGORITMA ACTIVE SCHEDULE DAN HEURISTIC SCHEDULE UNTUK MINIMISASI WAKTU PENYELESAIAN," 2009.
- [4] B. Wilkinson and M. Allen, Parallel Programming-Teknik dan Aplikasi Menggunakan Jaringan Workstation & Komputer Paralel. Penerbit Andi, 2010.
- [5] Z. Zukhri, "Algoritma Genetika: Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi," Yogyakarta: Penerbit Andi, 2014.
- [6] M. Gen and R. Cheng, Genetic algorithms and engineering optimization, vol. 7. John Wiley & Sons, 2000.
- [1] E. Herjanto, Manajemen Operasi (Edisi 3). Grasindo, 2007.
- [2] "Rinaldi Teori P, NP, dan NP-Completeness - Penelusuran Google." [Online]. Available: <https://www.google.co.id/search?hl=id&q=Rinaldi+Teori+P,+NP,+dan+NP-Completeness>. [Accessed: 18-Jul-2018].

- [3] W. Fatmawati, I. Sukendar, and P. S. Suprobo, "PENJADWALAN KERJA DENGAN METODE ALGORITMA ACTIVE SCHEDULE DAN HEURISTIC SCHEDULE UNTUK MINIMISASI WAKTU PENYELESAIAN," 2009.
- [4] B. Wilkinson and M. Allen, *Parallel Programming-Teknik dan Aplikasi Menggunakan Jaringan Workstation & Komputer Paralel*. Penerbit Andi, 2010.
- [5] Z. Zuhri, "Algoritma Genetika: Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi," Yogyakarta: Penerbit Andi, 2014.
- [6] M. Gen and R. Cheng, *Genetic algorithms and engineering optimization*, vol. 7. John Wiley & Sons, 2000.
- [7] A. G. D. M. Suyanto, "Jogjakarta: Penerbit Andi," 2005.
- [8] V. Witary, N. Rachmat, and I. Inayatullah, "Optimasi Penjadwalan Perkuliahan dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: AMIK MDP, STMIK GI MDP dan STIE MDP)," 2013.
- [9] T. Siswono, "Analisa Kombinasi Algoritma Genetika Dengan Algoritma Palgunadi Untuk Penjadwalan Mata Kuliah Di Universitas Sebelas Maret," 2014.
- [10] N. Lubis and G. Ginting, "PERANCANGAN APLIKASI PENJADWALAN KERETA API DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA (Studi Kasus: Stasiun Kereta Api Bandar Khalipah Medan)," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 3, no. 6, 2016.
- [11] D. C. P. B.-S. Nusa, "Optimasi Algoritma Naïve Bayes dengan Menggunakan Algoritma Genetika untuk Prediksi Kesuburan (Fertility)," *EVOLUSI-Jurnal Sains dan Manajemen AMIK BSI Purwokerto*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [12] Y. Indrianingsih, "Algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah optimasi fungsi berkendala dengan pengkodean bilangan bulat," *Jurnal Angkasa*, vol. 2, 2010.
- [13] A. Basuki, "Strategi menggunakan algoritma genetika," 2003, 2003.
- [14] W. A. Puspaningrum, A. Djunaidy, and R. A. Vinarti, "Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika di Jurusan Sistem Informasi ITS," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 2, no. 1, pp. A127–A131, 2013.
- [15] R. E. Indrajit, *Skala Prioritas Sistem Informasi*. Online), https://www.academia.edu/14337525/Skala_Prioritas_Sistem_Informasi, diakses pada, 2012.
- [16] D. D. P. Sari, W. F. Mahmudy, and D. E. Ratnawati, "Optimasi penjadwalan mata pelajaran menggunakan algoritma genetika (studi kasus: SMPN 1 Gondang Mojokerto)," *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 13, 2015.
- [17] R. K. Budhi, "Aplikasi Algoritma Genetik untuk Optimasi Penjadwalan Kegiatan Perkuliahan," *Jurnal Transformatika*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2008.
- [18] I. Nugraha, "Aplikasi Algoritma Genetik Untuk Optimasi Penjadwalan Kegiatan Belajar Mengajar," Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2008.
- [19] E. Yulianti, E. C. Djamal, and A. Komarudin, "Optimalisasi Penjadwalan Perkuliahan Di Fakultas MIPA Unjani Menggunakan Algoritma Genetik dan Tabu Search," in *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya*, 2013, pp. 154–159.
- [20] D. P. Siregar, "Optimasi Penjadwalan Kuliah Dengan Metode Tabu Search," *Optimasi Penjadwalan Kuliah Dengan Metode Tabu Search*, 2010.